

**MODIFIKASI *PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG)*
DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERPENGGERAK MULA
SEPEDA STATIS DENGAN MONITORING TEGANGAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh :

ADITYA HARYOKO IMRANULLAH ASA'AT

D 400 160 103

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

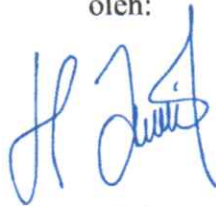
2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**MODIFIKASI *PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR*
(PMSG) DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
BERPENGGERAK MULA SEPEDA STATIS DENGAN MONITORING
TEGANGAN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

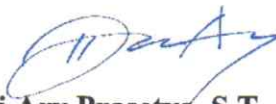


ADITYA HARYOKO IMRANULLAH ASA'AT

D 400 160 103

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng.

NIK : 982

HALAMAN PENGESAHAN

**MODIFIKASI *PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR*
(*PMSG*) DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
BERPENGGERAK MULA SEPEDA STATIS DENGAN MONITORING
TEGANGAN**

OLEH :

ADITYA HARYOKO IMRANULLAH ASA'AT

D 400 160 103

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Rabu, 21 Oktober 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dosen Pembimbing

(Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng.)

()

2. Dosen Penguji

(Ir. Pratomo Budi Santosa, M.T.)

()

3. Dosen Penguji

(Agus Supardi, S.T, M.T.)

()

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682

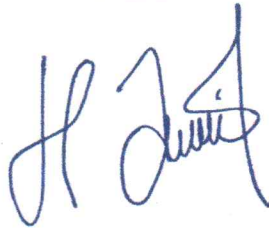
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 September 2020

Penulis



ADITYA HARYOKO IMRANULLAH ASA'AT

D 400 160 103

MODIFIKASI *PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG)* DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERPENGGERAK MULA SEPEDA STATIS DENGAN MONITORING TEGANGAN

Abstrak

Kesehatan merupakan hal yang perlu diperhatikan oleh masyarakat di Indonesia juga dunia, pasalnya memasuki tahun 2020 kita di sibukkan dengan penanganan wabah virus Covid -19 dan berbagai jenis penyakit yang menyerang imunitas tubuh, karenanya masyarakat wajib menjaga kesehatan dengan teratur dengan memperhatikan pola makan, tidur , dan tentunya olahraga. Dalam bidang perekonomian pun juga tak kalah hebat mendapatkan dampak buruk akan adanya permasalahan ini menyebabkan pendapatan masyarakat menurun.

Sepeda statis menjadi solusi dari beberapa permasalahan , disamping kita bisa berolahraga kita juga tetap mematuhi protokol kesehatan dengan tetap dirumah, mengkopel sepeda statis dengan generator sinkron permanen magnet adalah cara yang cerdas yang menghasilkan daya yang lebih besar dibanding dengan generator induksi, daya tersebut dapat disimpan dalam *battery* atau akumulator yang dapat digunakan untuk kebutuhan listrik skala kecil rumah tangga sehingga mengurangi pemakaian listrik PLN.

Proses perancangan pembangkit listrik berpenggerak sepeda statis dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan, mulai dari sepeda statis sebagai penggerak, generator sebagai penghasil listrik AC, rangkaian kontroler yang terdiri dari konverter, watt meter, dan SCC, yang selanjutnya di bebani oleh akumulator, lampu LED, dan lampu DC. Didapatkan hasil *output* dari generator AC 1 fasa yang sudah dimodifikasi yaitu 193 – 236 Volt AC, yang menandakan efektivitas magnet *neodymium* dengan kecepatan 9.5 – 14.0 m/s dan RPM roda 183-258 rad/menit, ketiga hal tersebut berjalan selaras. Dalam 35 menit terbakar 525 kalori dalam tubuh dengan menempuh jarak 20.2 km. Proses pengisian akumulator berjalan lancar dan hasil perbandingan generator menunjukkan nilai yang signifikan.

Kata Kunci : Sepeda Statis, Protokol Kesehatan , Generator Sinkron Permanen Magnet.

Abstract

Health is something that people in Indonesia and the world need to pay attention to, because entering 2020 we are busy with the handling of the Covid -19 virus outbreak and various types of diseases that attack the body's immunity, so people are required to maintain health regularly by paying attention to diet, sleep, and of course sports. In the economic sector, it is equally great to have a bad impact due to this problem which causes people's income to decline.

Static spikes are a solution to several problems, besides we can exercise we also adhere to health protocols by staying at home, coupling a static bicycle with a permanent magnet synchronous generator is a smart way that produces more power than an induction generator, this power can be stored in battery or accumulator that can be used for small-scale household electricity needs, thereby reducing PLN electricity consumption.

The process of designing a static bicycle-driven power plant begins with preparing tools and materials, starting from a stationary bicycle as a driving force, a generator as a generator for AC electricity, a controller circuit consisting of a converter, watt meter, and SCC, which are then burdened with accumulators, LED lights, and a DC lamp. The output results from the modified phase AC1 generator, namely 193-236 Volt AC, indicates the effectiveness of neodymium magnets with a speed of 9.5-14.0 m / s and a wheel RPM of 183-258 rad / minute, these three things are running in harmony. In 35 minutes 525 calories burned in the body with a distance of 20.2 km. The process of filling the accumulator is running smoothly and the results of the generator comparison show a significant value.

Keywords: Static Bicycles, Health Protocols, Permanent Magnet Synchronous Generator.

1. PENDAHULUAN

Olahraga adalah salah satu aktifitas fisik yang baik untuk kesehatan dan kebugaran tubuh. Dengan berolahraga, kita dapat meminimalisir resiko terserang penyakit (Dwi Aris, 2013). Bersepeda merupakan olahraga ringan yang dapat dilakukan oleh siapa saja di segala usia, meski termasuk olahraga ringan namun bersepeda memiliki manfaat yang besar. Bersepeda bisa dilakukan secara langsung dilapangan, jalanan, ataupun dilakukan diruangan dengan menggunakan *spinning bike* atau biasa kita sebut sebagai sepeda statis. Ketika bersepeda kita akan membakar kalori tubuh, kita tahu bahwa Kalori merupakan satuan yang digunakan untuk menyatakan jumlah energi (Boyle, M.A and S.Long, 2010). Berbagai studi mengatakan bahwa bersepeda dapat mengurangi resiko penyakit jantung koroner hampir 50 persen karena setiap putaran pedal bisa mencairkan lemak dan memperkuat otot-otot.

Salah satu energi alternatif yang dapat digunakan adalah energi manusia, sepeda yang dikayuh nantinya menghasilkan energi listrik dan dipakai sebagai pembangkit (Agri, 2017). Roda sepeda dihubungkan dengan generator menggunakan *belt* atau sabuk. Pengaplikasian dari sepeda statis sebagai penggerak generator ini bisa digunakan untuk pribadi, industri ,maupun komersial. Untuk daerah yang belum tersedia energi listrik PLN,bisa dijadikan sebagai pembangkit listrik *alternative*. (K. M. Nor et all., 2004).

Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG) merupakan generator sinkron yang medan eksitasi dihasilkan oleh magnet permanen, magnet permanen atau magnet tetap adalah objek terbuat dari bahan yang menciptakan medan magnet sendiri (Budiman A, 2012). Generator permanen magnet umumnya digunakan untuk mengubah output daya mekanik turbin uap, turbin gas, mesin *reciprocating*, turbin air ,dan turbin angin menjadi tenaga listrik untuk *grid* bahkan sebagai generator pada mobil listrik.

Dalam pengolahan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator yang *fluktuatif* maka dibutuhkan alat yang mampu menstabilkan tegangan. *Solar Charger Controller* yang biasanya digunakan pada panel surya, pada penelitian ini peneliti gunakan untuk menstabilkan tegangan yang masuk ke aki sebagai media penyimpanan energi.

2. METODE

2.1 Tahapan Penelitian

a) Studi Literatur

Tahapan ini mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti : buku, internet, jurnal nasional maupun internasional guna membantu proses penelitian.

b) Perancangan Alat

Tahapan ini menggabungkan semua komponen yang dibutuhkan dalam desain sepeda statis sesuai konsep kerja.

c) Pengujian dan Pengambilan Data

Tahapan pengujian dilakukan di kontrakan penulis dan kampus, dengan cara penulis bersepeda selama waktu yang ditentukan sembari perekaman dan pengambilan data, pengambilan datanya dilakukan sebagai berikut :

- Mengukur rpm roda sepeda (*tachometer*)
- Mengukur laju kecepatan sepeda (*speedometer*)
- Mengukur tegangan yang keluar dari generator (*voltmeter*)
- Mengukur tegangan yang keluar dari *solar charge controller* (SCC)
- Mengukur tegangan yang keluar dari Watt Meter (*watt Meter*)
- Mengukur arus jika generator dibebani aki dan lampu (*watt meter*)
- Mengukur jarak yang ditempuh (ter set dalam sepeda statis)
- Mengukur Muatan Aki (*Aki Tester*)

d) Analisa Data

Pada tahapan ini data-data yang terkumpul dikelompokkan, dibuat grafik, dan dianalisa agar dapat diambil kesimpulan.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

2.2.1 Alat

- a. *Multimeter*
- b. *Tachometer*
- c. *Watt Meter*
- d. Tang dan obeng
- e. Saklar
- f. Lem tembak dan bakar
- g. *Solar Charge Controller*
- h. Kabel *jumper*
- i. Terminal kabel blok 4 pin
- j. *Fuse 1,2,5 A*

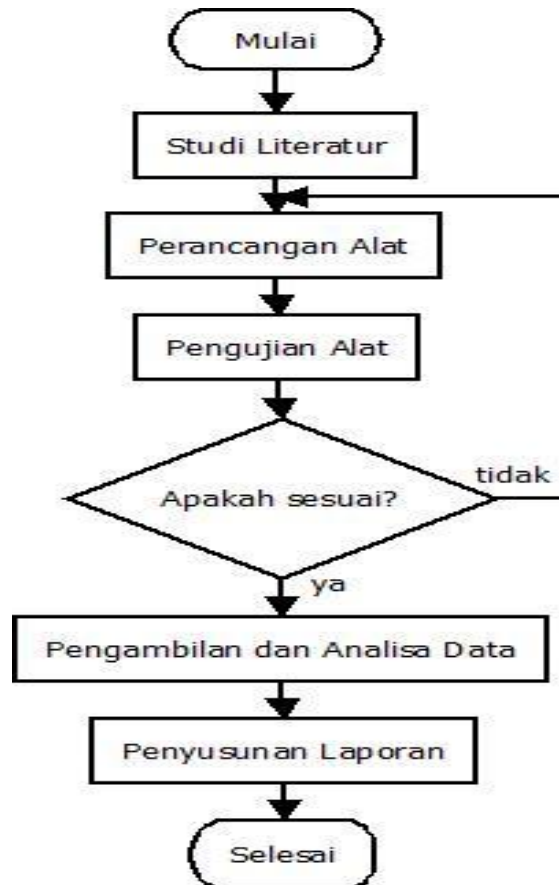
2.2.2 Bahan

- a. Sepeda Statis
- b. *Generator Magnet Permanent* 1 fasa
- c. Transformator 24 v
- d. Rangkaian Rectifier
- e. Akumulator Kering 12v/5A
- f. *Belt* dan *Pully* Diesel
- g. Lampu LED dan Lampu DC

2.3 Flowchart Penelitian

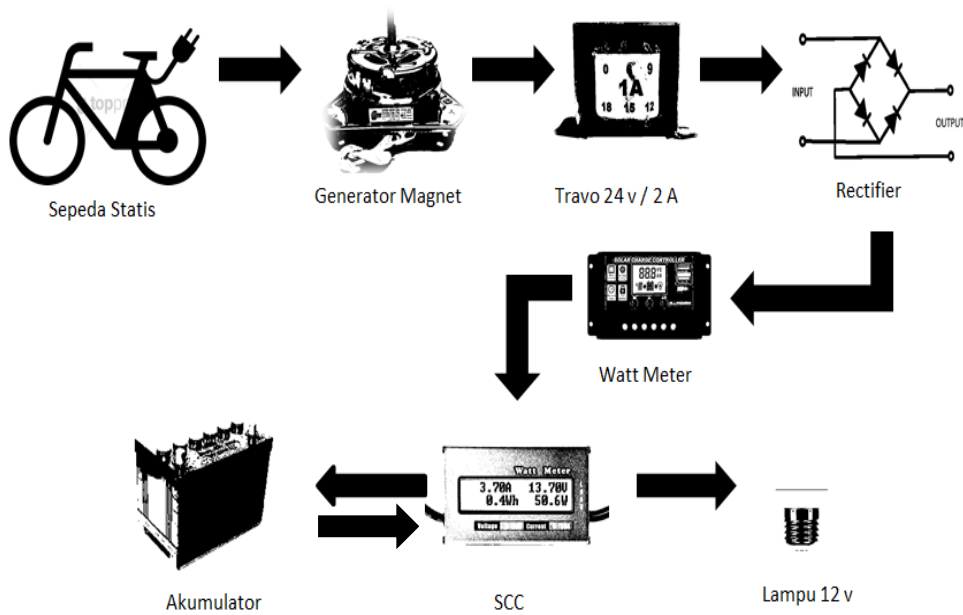
Pada penelitian modifikasi generator ini dimulai dengan studi literatur untuk mendapatkan data-data yang sudah pernah ada sebelumnya, dilanjutkan dengan perancangan alat yang didasarkan dengan studi literatur yang telah dilakukan, setelah perancangan alat selesai maka dilakukan pengujian alat untuk mengetahui keberhasilan dalam perancangan dan akan diketahui apakah alat

sudah sesuai atau belum, jika sudah sesai maka dilakukan proses pengambilan data untuk dianalisa, setelah dianalisa maka dapat disusun laporan tugas akhir,dan penelitian selesai.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

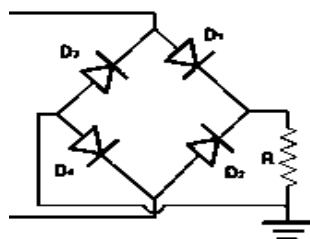
2.4 Blok Diagram



Gambar 2. Blok Diagram

Berikut adalah alur perangkaian alat, dimulai dari sepeda statis yang dikayuh menghasilkan tenaga mekanis yang memutar generator didapatkan tegangan kurang lebih 200 volt AC, kemudian di turunkan menggunakan *transformator* menjadi 24 volt, selanjutnya tegangan di searahkan menggunakan rangkaian *rectifier* yang kemudian di ukur daya yang didapat setelah dihubungkan ke beban menggunakan *watt meter*, untuk mengatur dan menjaga agar pengisian berjalan baik maka diperlukan *Solar Charge Controller* yang dihubungkan dengan beban.

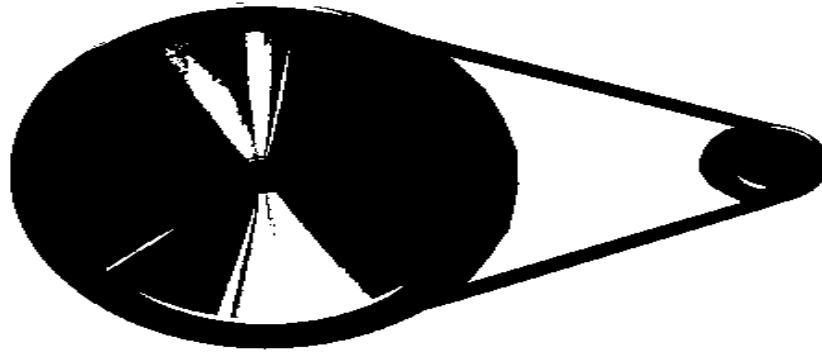
2.5 Skema Rangkaian Rectifier



Gambar 3. Rangkaian Rectifier

Rangkaian *Rectifier Bridge* menggunakan 4 buah dioda yang dubungkan dengan resistor agar keluaran tegangan menjadi DC dan *Ripple* tegangan diminimalisir. Rangkaian rectifier ini mendapatkan *supply* 24 v dari transformator.

2.6 Perancangan Sistem Transmisi Sepeda



Gambar 4. Rangkaian mekanik roda dengan pully sepeda

Timing pulley digunakan sebagai manipulator gerak dari putaran motor. Rasio *timing pulley* mereduksi kecepatan putaran motor penggerak dan menaikkan torsi putarnya, sehingga bisa didapatkan kekuatan untuk menarik atau menggerakkan struktur mesin listrik. Besarnya kecepatan dan torsi bergantung dari perbandingan diameter *pully* besar dan *pully* kecilnya.

Roda besar dihubungkan dengan *pully* generator menggunakan sebuah *belt*. Perancangan sistem transmisi ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan RPM antara roda dan generator yang dimana didapatkan data pada roda besar memiliki diameter 44 cm dan *pully* generator memiliki diameter 3 cm. Sehingga didapatkan perbandingan sebagai berikut.:

Diameter Roda : 44 cm

Diameter *Pully* : 3 cm

Maka didapatkan perbandingan 14,6 : 1

Jika RPM roda adalah 200 maka RPM pada *pully* adalah 2920 rpm

Menempuh jarak 20,2 Km.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Peralatan

Sepeda Statis sebagai komponen utama penggerak rangkaian pembangkit skala mikro yang di kopel dengan 2 buah generator AC 1 fasa dengan modifikasi di salah satu generatornya menggunakan 4 *slot* magnet *neodymium*, sehingga hasil perbandingan dapat diketahui. Selanjutnya tegangan *output* dari generator di hubungkan dengan transformator *step down* 220/24v yang menurunkan tegangan dari generator, kemudian konverter akan merubah tegangan menjadi tegangan searah, data input akan ditampilkan pada *watt meter* yang berisi data *voltage*, Arus, dan daya, yang dihubungkan dengan *Solar Charge Controller* sebagai kontrol tegangan agar tetap konstan ketika pengisian *battery* dilakukan sehingga memperpanjang umur *battery*. Terakhir rangkaian dihubungkan dengan beban yaitu *accumulator*, lampu LED , dan Lampu DC 12v.



Gambar 5. *Full* desain pembangkit. Rangkaian elektronika, generator, dan sepeda statis yang dirangkai untuk menghasilkan tegangan yang disimpan pada akumulator.

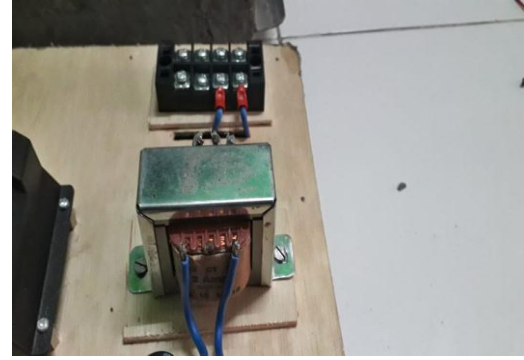


Gambar 6. Konfigurasi ban dan *pully*. Penggabungan ban sepeda dengan puli generator dihubungkan dengan *belt* yang terbuat dari karet.



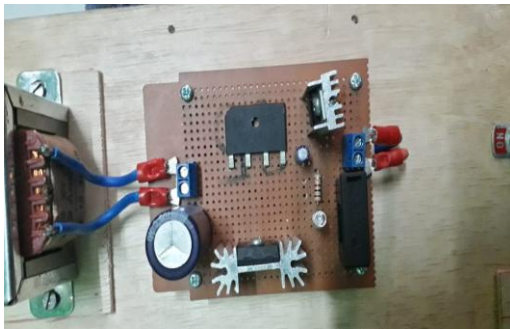
Gambar 7. Rangkaian 2 generator

Dua buah generator digabung menggunakan sebuah puli yang sudah dimodifikasi sehingga dapat menggabungkan kedua as generator



Gambar 8. Transformator 220/24v

Penggunaan transformator *step down* digunakan untuk menurunkan tegangan yang dihasilkan dari generator yang cukup besar.



Gambar 9. Rangkaian konverter Merangkai dioda,transistor, dan kapasitor sehingga menjadi rangkaian penyearah yang baik.



Gambar 10. Watt meter
watt meter digunakan untuk mengukur dan menampilkan hasil keluaran dari rangkaian penyearah.



Gambar 11. Solar Charge Controller SCC dipasang sebelum media penyimpanan untuk mengontrol tegangan yang masuk agar konstan.



Gambar 12. Modifikasi magnet stator stator dilakukan pembubutan dan di berikan 4 buah magnet *neodymium*

3.2 Hasil Percobaan

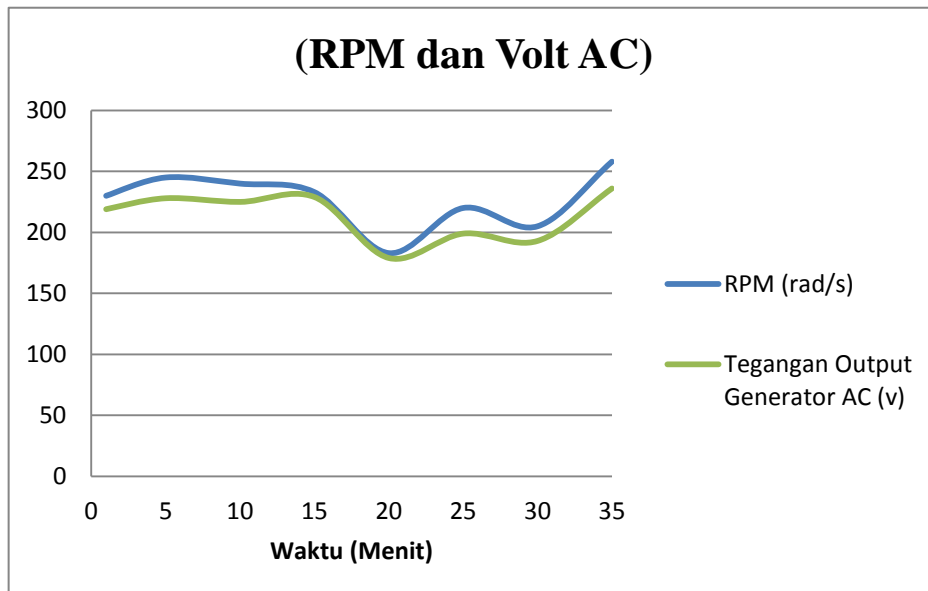
(Pengukuran RPM, Tegangan, Kecepatan, Arus, Kalori, dan Muatan Aki)

A. Generator AC 1 Fasa (Modifikasi Magnet)

Tabel 1. Hasil pengujian modifikasi magnet

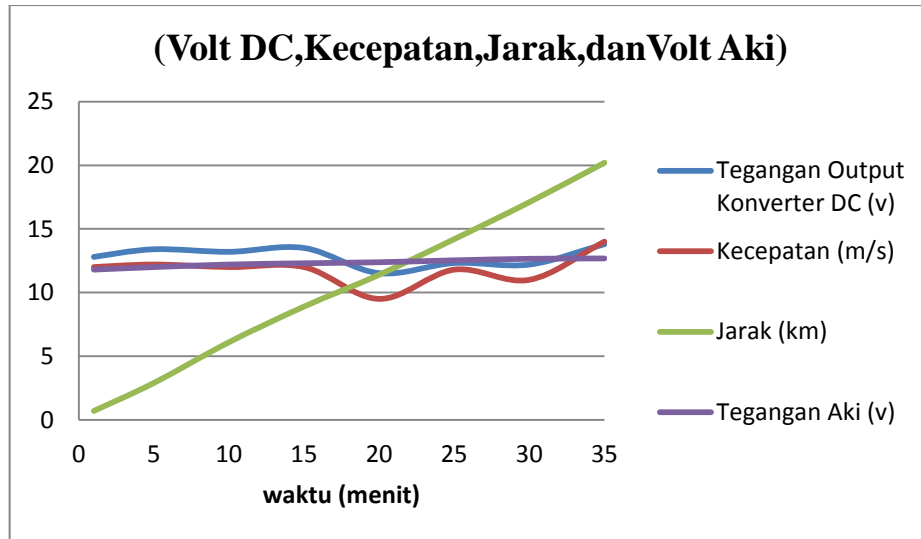
Waktu (menit)	RPM (Pully)	RPM (Roda)	Tegangan Output Generator AC (v)	Tegangan Output Konverter DC (v)	Kecepatan (m/s)	Arus (A)	Jarak (km)	Tegangan Aki (v)	Muatan Aki (%)
1	3358	230	219	12,80	12,0	0,58	0,7	11,80	0
5	3577	245	228	13,40	12,2	0,69	2,9	12,00	15
10	3504	240	225	13,20	12,0	0,87	6,1	12,20	30
15	3401	233	229	13,50	12,0	0,60	8,9	12,30	50
20	2672	183	179	11,52	9,5	0,40	11,4	12,38	63
25	3212	220	199	12,32	11,8	0,52	14,2	12,53	88
30	2993	205	193	12,20	11,0	0,48	17,1	12,65	98
35	3767	258	236	13,80	14,0	1,20	20,2	12,68	98

Gambar 13. Data RPM dan Volt AC



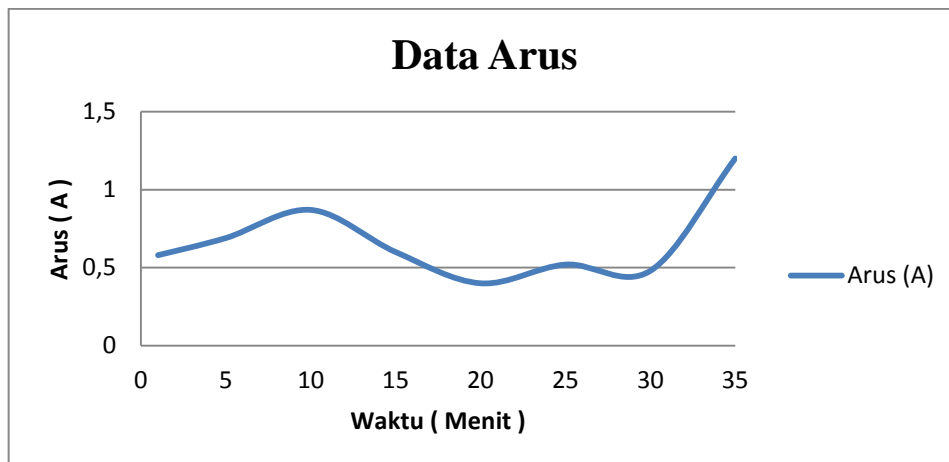
Gambar 13. menunjukkan data grafik dari pada kecepatan putar sepeda dan tegangan AC yang dihasilkan grafik dijadikan dalam 1 gambar karena memiliki nilai yang masih dalam range yang tidak terpaat jauh.

Gambar 14. Data *Volt* DC, Kecepatan, Jarak,dan *Volt* Aki



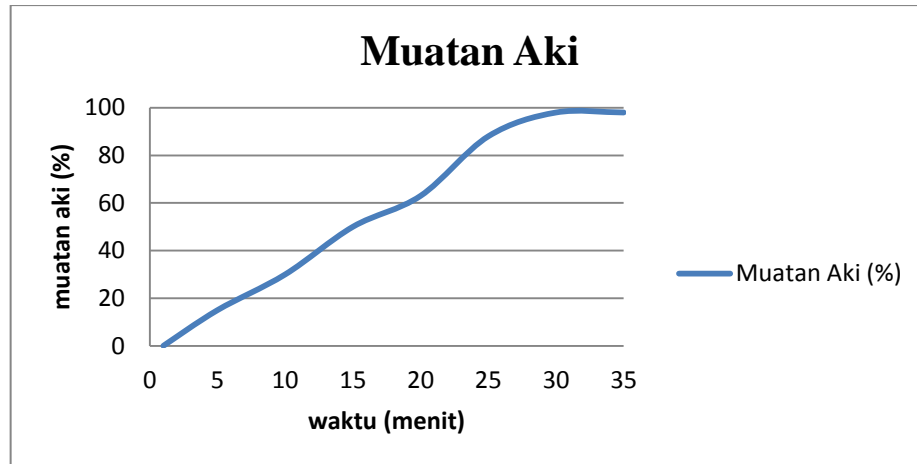
Gambar 14. Menunjukkan data tegangan *output* DC yang keluar dari konverter selaras dengan besar kecepatan kayuh sepeda semakin lama waktu percobaan maka jarak dan tegangan aki akan terus meningkat, dikarenakan data memiliki range yang berdekatan maka grafik dijadikan dalam 1 gambar.

Gambar 15. Data Arus yang dihasilkan



Gambar 15. Menunjukkan grafik dari data arus yang dihasilkan dalam monitoring waktu dengan jarak 5 menit menunjukkan grafik yang fluktuatif sesuai dengan kecepatan kayuh sepeda.

Gambar 16. Monitoring muatan aki



Gambar 16. Menunjukkan muatan aki dimulai dari prosentase 0 sampai dengan nilai tegangan setelah dilakukan percobaan selama 35 menit.

B. Generator AC 1 Fasa (Tanpa Modifikasi)

Tabel 2. Hasil monitoring generator tanpa modifikasi

Waktu (menit)	RPM (Pully)	RPM (Roda)	Tegangan Output Generator AC (v)
1	3358	230	0,280
5	3577	245	0,351
10	3504	240	0,320
15	3401	233	0,320
20	2672	183	0,256
25	3212	220	0,271
30	2993	205	0,250
35	3767	258	0,360

Tabel 2. Menunjukkan data penggunaan sepeda statis dalam penelitian selama 35 menit mendapatkan data jarak 20,2 km setelah dikalkulasi, data didapat dari sensor jarak yang sudah terpasang dalam alat sepeda statis dan setelah di bandingkan dengan perhitungan manual hasil menunjukkan keselarasan data, namun karena kekuatan kayuh yang berubah – ubah rata-rata jarak setiap 5 menit cenderung menurun/kurang.

Waktu tempuh sesuai yang direncanakan sebelumnya yaitu 35 menit dengan kecepatan roda sepeda bervariasi berkisar 183 - 258 RPM yang berarti kecepatan putar *pully* adalah berkisar dari 2672 – 3767 RPM, desain konfigurasi ban dan *pully* yang memiliki perbandingan 1 : 14,6 maka sangat efektif dalam menghasilkan listrik, untuk mencapai putaran roda tersebut membutuhkan kecepatan laju 9,5 – 14,0 m/s, yang terbilang lambat untuk ukuran sepeda kayuh, bahkan hanya dengan tenaga manusia sudah dapat menghasilkan listrik 220v, sebanding dengan listrik dari PLN yang mengalir ke pelanggan.

Tegangan output generator AC yang sudah di modifikasi memiliki *range* 179 - 236 volt sementara generator AC yang tidak di modifikasi memiliki *range* 0,256 – 0,360 volt. Data diatas membuktikan bahwasanya modifikasi struktur rotor dengan penambahan magnet *neodymium* efektif untuk membangkitkan listrik.

Setelah tegangan output generator di *Step Down* dengan transformator dan di searahkan menggunakan rangkaian *rectifier* maka *output* tegangan menjadi bervariasi dengan *range* 11,52 – 13,8 volt DC, untuk pengisian aki dibutuhkan 14 volt konstan maka digunakanlah *Solar Charge Controller* untuk menjaga tegangan input yang masuk ke aki konstan 14 volt, sehingga memperpanjang umur aki.

Untuk arus yang dihasilkan dengan beban lampu LED serta Akumulator berkisar antara 0,48 – 1,20 Ampere dikarenakan input tegangan yang tidak konstan maka arus juga mengikuti, kalori yang terbakar dalam tubuh mencapai 525 Kalori setara dengan bersepeda biasa selama 1 jam. Sedangkan dalam pengukuran pengisian Aki menunjukkan kenaikan signifikan di 25 menit awal lalu menunjukkan grafik datar di menit 30 – 35.

Agar mengetahui lama pemakaian aki yang terhubung dengan lampu LED DC 5 Watt dan LED 12 Watt, maka dapat dihitung menggunakan rumus persamaan berikut, dari data pengukurannya diperoleh arus yang mengalir ke beban 1,48 A.

keterangan :

Lama Pemakaian : L_p (jam)

Arus Sumber : I_s (*Ampere*)

Arus Beban : I_b (*Ampere*)

Maka dari data diatas menghasilkan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_p &= I_s : I_b \\ &= 5 : 1,480 \\ &= 3,378 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Pemakaian aki secara terus menerus dengan beban konstan akan bertahan dalam waktu 3,378 jam sampai dengan aki mencapai $0\% \pm 11,8$ v tegangan aki.

4. PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pengambilan data diatas,
dapat disimpulkan :

1. Desain rancang bangun pembangkit dengan menggunakan perbandingan pully dinilai efektif dan efisien dikarenakan perbandingan pully dengan roda mencapai 1:14,6 menjadikan output generator semakin besar dengan tenaga yang kecil. Hal tersebut selaras dengan perbandingan RPM dan kecepatan.
2. Tegangan output dari generator yang sudah termodifikasi menunjukkan nominal 193 – 236 Volt AC , hasil perubahan desain rotor yang mana ditambahkan dengan 4 buah magnet *neodymium permanent magnet* pada sisi rotornya. Hal tersebut menunjukkan kemampuan magnet sangat baik bahkan dapat menyamai listrik PLN yang sampai ke pelanggan, mengingat berpenggerak mula kayuhan sepeda oleh manusia.
3. Monitoring menggunakan Watt Meter dapat mempermudah dan memperingkas kebutuhan bahan penelitian, karena sudah terdapat nilai Arus dan Tegangan, maka secara otomatis daya yang di dapatkan bisa langsung

termonitor. Penggunaan SCC juga merupakan pilihan yang tepat sehingga tegangan yang mengisi ke aki dapat konstan dan menjaga kesehatan aki.

4. Muatan aki mengalami kenaikan yang signifikan di awal pengisian , kisaran menit 1 sampai dengan 25 , kenaikan pengisian berjalan cepat dari 0 % mencapai 88%, sedangkan pada menit ke 30 dan 35, nilai muatan aki konstan yaitu 98% hanya saja terdapat kenaikan *voltage* 0,03v.
5. Perbandingan output generator yang sudah di modifikasi dan belum dimodifikasi menunjukkan nilai yang signifikan dimana output generator memiliki perbandingan 1 : 1000, hal tersebut membuktikan bahwa modifikasi generator berjalan baik.

PERSANTUNAN

Dalam penulisan artikel publikasi ini penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah ikut serta membantu dalam proses terselesaikannya tugas akhir ini di antaranya sebagai berikut :

1. Penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT Tuhan semesta alam.
2. Bapak Purwoko dan Ibu Marmiati Nanik selaku orang tua dan sponsor utama penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir khususnya dan masa studi sarjana 1 umumnya.
3. Dosen pembimbing Bapak Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng yang menurut penulis sudah memberikan bimbingan secara baik.
4. Bapak Ibu dosen,karyawan Jurusan Teknik Elektro UMS.
5. Terima kasih kepada kawan Fandi, Fatih Izza, Raffi Karim, Wahyu tts, Akbar , Joehan, Ibnu, Maulana, Ajik Habib, Dwi Setyanto ,Trio, Bima, Hanin ,Wapi, Astri dan kawan-kawan dilingkungan Fakultas Teknik UMS yang sudah memberikan beranekaragam sumbangsih sehingga Tugas Akhir dapat terselesaikan.
6. Kawan-kawan Teknik Elektro 2016, Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (KMTE), Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEMFT) yang telah menjadi wadah berproses dan berprogres selama menimba ilmu di UMS.

7. Orang terkasih yang senantiasa menjadi motivasi tersegeranya pengerjaan Tugas Akhir penulis yang menandai berakhirnya masa kuliah.

Semoga segala yang telah kita lakukan menjadi manfaat bagi diri kita pribadi dan orang banyak. Sekali lagi penulis ucapkan terimakasih, semoga naskah publikasi ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya guna perbaikan-perbaikan yang lebih hebat.

Karena “Sebaik-baiknya Manusia adalah Ia yang bermanfaat bagi orang lain, Tetap Semangat dan Sukses Selalu”

DAFTAR PUSTAKA

- Boyle, M. A., & Long, S. (2010). Personal Nutrition. USA : Wadsworth.
- Budiman A., & Hasyim A. (2012). Desain generator magnet permanen untuk sepeda listrik. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Fitriyanti, Aris Dwi. 2013. Aplikasi Penghitung Kalori Terbakar Saat Berolahraga Sepeda menggunakan Global Positioning System (GPS) Berbasis Android. Jurnal Teknologi Informasi. STMIK PPKIA Pradnya Paramita Malang.
- Mahrubi Irfan, Bintoro J, & Wisnu J. 2018. rancang bangun solar charge controller menggunakan synchronous non-inverting buck-boost converter pada panel surya 50 watt peak (wp) berbasis arduino nano v3.0 : *Universitas Negeri Jakarta*
- Nor, K. M., Arof, H., & Wijono, W. (2004). Design of a 5 kW tubular permanent magnet linear generator. *39th International Universities Power Engineering Conference, 2004. UPEC 2004.*
- Suwandi, Agri . 2017. Analisis Sistem Pembangkit Energi Listrik Pada Sepeda Statis. Jakarta : Universitas Pancasila